

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-036277

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.CI.

H01L 23/13  
C04B 37/02  
H01L 23/12

(21)Application number : 07-181176

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

(22)Date of filing : 18.07.1995

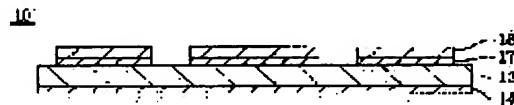
(72)Inventor : NAGASE TOSHIYUKI  
HOSHINO KOJI  
KANDA YOSHIO  
HATSUKA AKIFUMI

## (54) SUBSTRATE FOR POWER MODULE AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the warping and cracking of a ceramic substrate by absorbing the thermal deformation of the substrate, to reduce the size and weight of the substrate, and to improve the heat radiating property of the substrate.

**SOLUTION:** Circuit boards 18 are stacked upon and stuck to the surface of a ceramic board 13 formed of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> or AlN with plastic porous metallic layers 17 in between. A metallic sheet 14 is stuck to the rear surface of the substrate 13 when necessary. It is preferable to constitute the metallic layers 17 of porous sintered bodies of Cu, Al, or Ag having porosities of 20–50%. It is also preferable to use an Ag–Cu–Ti brazing material to stick the metallic layers 17 when the circuit boards 18 are made of Cu or an Al–Si brazing material when the circuit boards 18 are made of Al. The metallic layers 17 are filled up with silicone grease.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3230181

[Date of registration] 14.09.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-36277

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 01 L 23/13  
C 04 B 37/02  
H 01 L 23/12

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 01 L 23/12  
C 04 B 37/02  
H 01 L 23/12

技術表示箇所  
C  
B  
D

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L. (全7頁)

(21) 出願番号

特願平7-181176

(22) 出願日

平成7年(1995)7月18日

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 長瀬 敏之

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社総合研究所内

(72) 発明者 星野 孝二

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社総合研究所内

(72) 発明者 神田 義雄

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 須田 正義

最終頁に続く

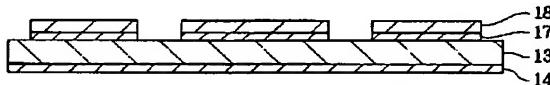
(54) 【発明の名称】 パワーモジュール用基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】熱変形を吸収してセラミック基板の反りや割れを防止し、小型にでき、比較的軽くかつ放熱特性を向上させる。

【解決手段】A 1, O, 又はA 1 Nにより形成されたセラミック基板13に可塑性多孔質金属層17を介して回路基板18が積層接着される。セラミック基板の裏面には必要に応じて金属薄板14が接着される。可塑性多孔質金属層17は気孔率20~50%のCu, A 1又はA gの多孔質焼結体であることが好ましい。回路基板がCuにより形成されると可塑性多孔質金属層はA g-Cu-Tiろう材により接合され、回路基板がA 1により形成されると可塑性多孔質金属層はA 1-Siろう材により接合されることが好ましい。可塑性多孔質金属層17にはシリコーングリースが充填される。

10



10 パワーモジュール用基板

13 セラミック基板

14 金属薄板

17 可塑性多孔質金属層

18 回路基板

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 A1, O<sub>x</sub>又はA1Nにより形成されたセラミック基板(13)に可塑性多孔質金屬層(17)を介して回路基板(18)が接合されたことを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項2】 セラミック基板(13)の裏面にCu又はAlからなる金属薄板(14)が接着された請求項1記載のパワーモジュール用基板。

【請求項3】 回路基板(18)がCuにより形成され、可塑性多孔質金屬層(17)がAg-Cu-Tiろう材により接合された請求項1又は2記載のパワーモジュール用基板。

【請求項4】 回路基板(18)がAlにより形成され、可塑性多孔質金屬層(17)がAl-Siろう材により接合された請求項1又は2記載のパワーモジュール用基板。

【請求項5】 可塑性多孔質金屬層(17)が気孔率20～50%のCu, Al又はAgの多孔質焼結体である請求項1ないし4いずれか記載のパワーモジュール用基板。

【請求項6】 可塑性多孔質金屬層(17)にシリコーングリース、シリコーンオイル又はエポキシ樹脂が充填された請求項1ないし5いずれか記載のパワーモジュール用基板。

【請求項7】 セラミック基板(13)に金属粉含有スラリーを塗布する工程と、

前記金属粉含有スラリーの表面に回路基板(18)を重ねる工程と、

前記金属粉含有スラリーを乾燥して発泡させた後に焼成し圧延して可塑性多孔質金屬層を成形する工程とを含み、

前記金属粉含有スラリーは平均粒径が5～100μmのCu, Al又はAgからなる金属粉と、水溶性樹脂バインダと、非水溶性炭化水素系有機溶剤と、界面活性剤と、可塑剤と、水とを含むことを特徴とするパワーモジュール用基板の製造方法。

【請求項8】 焼成して成形された可塑性多孔質金屬層にシリコーングリース、シリコーンオイル又はエポキシ樹脂を充填する工程を更に含む請求項7記載のパワーモジュール用基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電力を供給するパワーモジュール用基板及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種のパワーモジュール用基板として、Cu又はAlにより形成された回路基板をセラミック基板に接着するものが知られている。この接着方法ではセラミック基板と回路基板を直接積層接着する方法が提案されている。この直接積層接着する方法として、セラミック基板及び回路基板をA1, O<sub>x</sub>及びCuに

よりそれぞれ形成した場合、セラミック基板と回路基板とを重ねた状態でこれらに荷重0.5～2kgf/cm<sup>2</sup>を加え、N<sub>2</sub>雰囲気中で1065℃に加熱するいわゆるDBC法(Direct Bonding Copper法)、又はセラミック基板と回路基板との間にAg-Cu-Tiろう材の箔を挟んだ状態でこれらに荷重0.5～2kgf/cm<sup>2</sup>を加え、真空中で800～900℃に加熱するいわゆる活性金属法がある。

## 【0003】

10 【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記直接積層接着する方法では、回路基板をセラミック基板に接着できるが、セラミック基板と回路基板との熱膨張係数が異なるため、パワーモジュール基板に反りを生じたり、熱サイクルによりセラミック基板に割れを生じたりする問題点があった。特に電流密度を高めるために回路基板の断面積を向上させようすると、比較的薄いセラミック基板の場合に回路基板の熱による変形力がセラミック基板の強度を上回ってセラミック基板が破損する恐れがあった。これらの点を解消するためにセラミック基板の厚さを増加させると、質量の増加と形状の大型化を招き、また熱抵抗値の増大から放熱特性が劣る問題点がある。本発明の目的は、熱変形を吸収してセラミック基板の反りや割れを防止できるパワーモジュール用基板及びその製造方法を提供することにある。本発明の別の目的は、セラミック基板を薄くして小型にできかつ比較的軽く放熱特性を向上させるパワーモジュール用基板及びその製造方法を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するための本発明の構成、実施例に対応する図1及び図2を用いて説明する。本発明のパワーモジュール用基板は、図1又は図2に示すようにセラミック基板13に可塑性多孔質金屬層17を介して回路基板13が接合されたものである。本発明のパワーモジュール用基板の製造方法は、セラミック基板13に金属粉含有スラリーを塗布する工程と、金属粉含有スラリーの表面に回路基板18を重ねる工程と、金属粉含有スラリーを発泡した後に焼成し圧延して可塑性多孔質金屬層を成形する工程とを含み、金属粉含有スラリーは平均粒径が5～100μmのCu, Al又はAgからなる金属粉と、水溶性樹脂バインダと、非水溶性炭化水素系有機溶剤と、界面活性剤と、可塑剤と、水とを含むことを特徴とする。

【0005】 以下、本発明を詳述する。

## (a) セラミック基板

セラミック基板はA1, O<sub>x</sub>又はA1Nにより形成される。また必要に応じてセラミック基板の裏面に金属薄板14が接着される。金属薄板は厚さ0～0.5mmのCu又はAlからなる。

## 【0006】 (b) 金属粉含有スラリー

金属粉含有スラリーは平均粒径5～100μmの金属粉

と、水溶性樹脂バインダと、非水溶性炭化水素系有機溶剤と、界面活性剤と、水とを混練した後、可塑剤を添加して更に混練して得られる。Cuの可塑性多孔質金属層では金属粉として平均粒径5～100μmのCu粉が用いられ、Alの可塑性多孔質金属層では金属粉として平均粒径5～100μmのAl粉と平均粒径5～100μmのCu粉の混合物が用いられ、Agの可塑性多孔質金属層では金属粉として平均粒径5～100μmのAg粉が用いられる。

【0007】水溶性樹脂バインダとしてはメチルセルロース、ヒドロキシプロビルメチルセルロース、ヒドロキシエチルメチルセルロース、カルボキシメチルセルロースアンモニウム、エチルセルロース等が用いられ、非水溶性炭化水素系有機溶剤としてはネオペンタン、ヘキサン、イソヘキサン、ヘブタン等が用いられる。また界面活性剤としては市販の台所用中性合成洗剤（例えばアルキルグルコシドとポリオキシエチレンアルキルエーテルの28%混合水溶液）が用いられ、可塑剤としてはエチレングリコール、ポリエチレングリコール、グリセリン等の多価アルコールや、イワシ油、菜種油、オリーブ油等の油脂や、石油エーテル等のエーテルや、フタル酸ジエチル、フタル酸ジNブチル、フタル酸ジエチルヘキシル、フタル酸ジNオクチル等のエステルが用いられる。

#### 【0008】(c) 可塑性多孔質金属層

可塑性多孔質金属層17は次の方法により製造される。先ず上記(b)の金属粉含有スラリーをドクタブレード法により成形体にする。次いでこの成形体を5～100℃で0.25～4時間保持して上記成形体中の可塑剤を揮発させ発泡させた後、50～200℃で0.5～1時間保持し乾燥して薄板状多孔質成形体にする。次にこの多孔質成形体を所定の雰囲気中で500～1060℃で0.5～4時間加熱して保持し、スケルトン構造を有する気孔率90～93%、厚さ0.5～5mmの薄板状多孔質焼結体にする。更にこの多孔質焼結体をセラミック基板及び回路基板とともに圧延することにより、気孔率が25～50%の可塑性多孔質金属層が得られる。

#### 【0009】(d) 回路基板

回路基板はCu板若しくはAl板のプレス成形又はエッチング加工により形成される。

#### (e) 回路基板のセラミック基板への積層接着

可塑性多孔質金属がCuにより形成され、セラミック基板がAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>により形成される場合には、セラミック基板と可塑性多孔質金属とを重ねた状態でこれらに荷重0.5～2kgf/cm<sup>2</sup>を加え、N<sub>2</sub>雰囲気中で1065～1075℃に加熱するDBC法、又はセラミック基板と可塑性多孔質金属との間にろう材であるAg-Cu-Tiろう材の箔を挟んだ状態でこれらに荷重0.5～2kgf/cm<sup>2</sup>を加え、真空中で850～900℃に加熱する活性金属法により、可塑性多孔質金属がセラミック基板に積層接着される。

【0010】また可塑性多孔質金属がCuにより形成され、セラミック基板がAl<sub>2</sub>Nにより形成される場合には、予めセラミック基板を1000～1400℃で酸化処理してその表面にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を最適な厚さで形成した後、上記と同様のDBC法又は活性金属法によりセラミック基板に可塑性多孔質金属が積層接着される。更に可塑性多孔質金属がAl<sub>2</sub>Nにより形成され、セラミック基板がAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>又はAl<sub>2</sub>Nにより形成される場合には、セラミック基板と可塑性多孔質金属との間にろう材であるAl-Siろう材の箔を挟んだ状態でこれらに荷重0.5～2kgf/cm<sup>2</sup>を加え、真空中で600～650℃に加熱することにより、可塑性多孔質金属がセラミック基板に積層接着される。

#### 【0011】(f) 金属含有スラリーの発泡、焼成及び圧延

セラミック基板に金属粉含有スラリーを介して回路基板を重ねた状態で、5～100℃で0.25～4時間保持して上記スラリー中の可塑剤を揮発させ発泡させた後、50～200℃で30～60分間保持し乾燥して上記スラリーを薄板状多孔質成形体にする。次にこの多孔質成形体をセラミック基板及び回路基板とともに所定の雰囲気中で500～1060℃で0.5～4時間加熱して保持し、多孔質成形体をスケルトン構造を有する気孔率90～93%、厚さ0.5～5mmの薄板状多孔質焼結体にする。更にこの多孔質焼結体をセラミック基板及び回路基板とともに圧延して多孔質焼結体の厚さを0.2～3mmにすることにより、金属粉含有スラリーから気孔率25～50%の可塑性多孔質金属層が成形される。また可塑性多孔質金属層に形成された気孔には金属層の側面からシリコーングリース、シリコーンオイル又はエポキシ樹脂を充填することが好ましい。

#### 【0012】

【作用】図1に示されるパワーモジュール用基板10では、セラミック基板13と回路基板18との熱膨張係数が異なっても、可塑性多孔質金属層17がセラミック基板13や回路基板18の熱変形を吸収するので、セラミック基板13に反りや割れが発生するのを防止できる。また可塑性多孔質金属層17にシリコーングリース、シリコーンオイル又はエポキシ樹脂を充填することにより、可塑性多孔質金属層17での熱伝導率が向上するので、放熱特性を損わない。

#### 【0013】

【実施例】次に本発明の実施例を図面に基づいて詳しく説明する。

<実施例1>図1に示すように、パワーモジュール用基板10はセラミック基板13の裏面に厚さ0.3mmのCuからなる金属薄板14が接着される。セラミック基板13の表面には可塑性多孔質金属層17を介して積層接着されセラミック基板13と異なる熱膨張係数を有する回路基板18を備える。セラミック基板13をAl<sub>2</sub>

O<sub>3</sub>含有量が9.6%のセラミック材料により縦、横及び厚さがそれぞれ3.0mm、7.0mm及び0.635mmの長方形の薄板状に形成し、金属薄板14をCuにより縦、横及び厚さがそれぞれ3.0mm、7.0mm及び0.3mmの長方形の薄板状に形成した。回路基板18はこの例では縦、横及び厚さがそれぞれ2.6mm、1.8mm及び0.3mmの長方形のCuの薄板をセラミック基板の表面に3枚接着することにより形成した。セラミック基板13の裏面には金属薄板14をDBC法により接着した。即ちセラミック基板13の裏面に金属薄板14を重ねた状態でこれに荷重2.0kgf/cm<sup>2</sup>を加え、N<sub>2</sub>雰囲気中で1065°Cに加熱することにより接着した。

【0014】可塑性多孔質金属層17となる金属粉含有スラリーを平均粒径4.0μmのCu粉80gと、水溶性メチルセルロース樹脂バインダ2.5gと、グリセリン5gと、界面活性剤0.5gと、水20gとを30分間混練した後、ヘキサンを1g添加して更に3分間混練して調製した。

【0015】セラミック基板13の表面に金属含有スラリーを所定の厚さで塗布し、このスラリーの上面に3枚の回路基板18を密着させた。この状態で、温度40°Cに30分間保持して上記スラリー中のヘキサンを揮発させて発泡させた後、温度90°Cに40分間保持し乾燥して上記スラリーを薄板状多孔質成形体にした。次にこの多孔質成形体をセラミック基板及び回路基板とともに空気中で500°Cに0.5時間加熱して保持した後、水素中で1030°Cに1時間加熱して保持し、多孔質成形体をスケルトン構造を有する気孔率9.2~9.5%、厚さ3mmの薄板状多孔質焼結体にした。更にこの多孔質焼結体をセラミック基板及び回路基板とともに圧延して多孔質焼結体の厚さを1mmにすることにより、金属粉含有スラリーから気孔率3.0%の可塑性多孔質金属層17を形成した。またこの可塑性多孔質金属層17の気孔に金属層17の側面からシリコーングリースを充填した。このようにしてパワーモジュール用基板10を作製した。

【0016】  
 <実施例2> 図示しないが、可塑性多孔質金属層となる金属粉含有スラリーを平均粒径4.0μmのA1粉100gと、水溶性メチルセルロース樹脂バインダ2.5gと、グリセリン5gと、界面活性剤0.5gと、水20gとを30分間混練した後、ヘキサンを1g添加して更に3分間混練して調製した。この金属粉含有スラリーから以下の方法により可塑性多孔質金属層を形成した。セラミック基板に上記金属含有スラリーを所定の厚さで塗布し、このスラリーに回路基板を密着させた状態で、温度40°Cに30分間保持して上記スラリー中のヘキサンを揮発させて発泡させた後、温度90°Cに40分間保持し乾燥して上記スラリーを薄板状多孔質成形体にした。次にこの多孔質成形体をセラミック基板及び回路基板とともに圧延して多孔質焼結体の厚さを0.3mmにすることにより、金属粉含有スラリーから気孔率3.0%の可塑性多孔質金属層を形成した。この可塑性多孔質金属層の材質及び成形方法以外は実施例1と同様にしてパワーモジュール用基板を作成した。

【0017】  
 <実施例3> 図示しないが、可塑性多孔質金属層となる金属粉含有スラリーを平均粒径2.5μmのA1粉50gと、平均粒径9μmのCu粉1.2gと、水溶性メチルセルロース樹脂バインダ2.5gと、グリセリン5gと、界面活性剤0.5gと、水20gとを30分間混練した後、ヘキサンを1g添加して更に3分間混練して調製した。この金属粉含有スラリーから以下の方法により可塑性多孔質金属層を形成した。セラミック基板に上記金属含有スラリーを所定の厚さで塗布し、このスラリーに回路基板を密着させた状態で、温度40°Cに30分間保持して上記スラリー中のヘキサンを揮発させて発泡させた後、温度90°Cに40分間保持し乾燥して上記スラリーを薄板状多孔質成形体にした。次にこの多孔質成形体をセラミック基板及び回路基板とともに真空中で600°Cに1時間加熱して保持し、多孔質成形体をスケルトン構造を有する気孔率9.3~9.6%、厚さ1mmの薄板状多孔質焼結体にした。更にこの多孔質焼結体をセラミック基板及び回路基板とともに圧延して多孔質焼結体の厚さを0.3mmにすることにより、金属粉含有スラリーから気孔率3.0%の可塑性多孔質金属層を形成した。この可塑性多孔質金属層の材質及び成形方法以外は実施例1と同様にしてパワーモジュール用基板を作成した。

【0018】  
 <実施例4> 図示しないが、この例では、回路基板をA1により実施例1の回路基板と同形同大に形成したことを除いて、実施例3と同様にしてパワーモジュール用基板を作成した。

<実施例5> 図2に示すように、この例では、セラミック基板13の裏面に金属薄板を接着しないことを除いて、実施例1と同様にしてパワーモジュール用基板40を作成した。即ち、セラミック基板13の表面にのみ実施例1で説明した回路基板14が可塑性多孔質金属層17を介して接着される。

【0019】  
 <実施例6~8> 図示しないが、実施例6~8では、セラミック基板の裏面に金属薄板を接着しないことを除いて、実施例2~4とそれぞれ同様にしてパワーモジュール用基板を作成した。

<実施例9> 図示しないが、実施例9では、セラミック基板の裏面に実施例1と同形同大のA1による金属薄板をA1-Siろう材により接着したことを除いて、実施例4と同様にしてパワーモジュール用基板を作成した。

<実施例10~18> 図示しないが、実施例10~18

では、セラミック基板をAlNにより形成し、かつ予めセラミック基板を1300°Cで酸化処理してその表面にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を最適な厚さで形成しておいたことを除いて、実施例1～9とそれぞれ同様にしてパワーモジュール用基板を作成した。

【0020】<比較例1>図示しないが、可塑性多孔質金属層を用いないことを除いて、実施例1と同一の構成のパワーモジュール用基板を比較例1とした。即ちパワーモジュール用基板はセラミック基板の下面及び上面にDBC法によりそれぞれ直接積層接着された回路基板及\*10

\*び回路基板とを備える。

<比較例2>図示しないが、可塑性多孔質金属層を用いないことを除いて、実施例5と同一の構成のパワーモジュール用基板を比較例2とした。即ちパワーモジュール用基板はセラミック基板の裏面に金属薄板を接着することなく表面にDBC法により回路基板を接着する。上記実施例1～16及び比較例1及び2の構成を表1にまとめた。

【0021】

【表1】

	セラミック基板	金属薄板	スラリー主成分	焼成温度(°C)	回路基板
実施例1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu (DBC法)	Cu	1030	Cu
実施例2			Ag	900	
実施例3			Al	600	
実施例4		無し	Cu	1030	Al
実施例5			Ag	900	
実施例6			Al	600	
実施例7	AlN	Cu (DBC法)	Cu	1030	Cu
実施例8			Ag	900	
実施例9			Al	600	
実施例10		無し	Cu	1030	Al
実施例11			Ag	900	
実施例12			Al	600	
実施例13		Cu (DBC法)	Cu	1030	Cu
実施例14			Ag	900	
実施例15			Al	600	
実施例16		無し	Cu	1030	Al
実施例17			Ag	900	
実施例18			Al	600	
比較例1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu(DBC法)	回路基板を直接接着した。		Cu
比較例2		無し			

【0022】<比較試験と評価>実施例1～16及び比較例1及び2のパワーモジュール用基板に-40°C～125°Cの温度サイクル条件で0サイクル（温度サイクルを全く与えない）、10サイクル及び50サイクルの温度サイクルを与えた後の熱抵抗及びセラミック基板の割れについて調べた。熱抵抗R<sub>th</sub> (°C)は回路基板上に縦及び横とも15mmの矩形の発熱体（図示せず）を2個Pb-Snはんだを介して接着し、この発熱体を10Wで発熱させたときの周囲空気温度T<sub>a</sub> (°C)と発熱体の温度T<sub>1</sub> (°C)とを測定して式①より求めた。

$$30 \quad R_{th} = (T_1 - T_a) / 10 \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

またセラミック基板の割れ率C<sub>r</sub> (%)はセラミック基板から回路基板をエッチングして全て剥がし、顕微鏡で積層接着周囲の割れの長さL<sub>c</sub> (mm)とエッチング前の回路の全周長さL<sub>0</sub> (mm)を測定して式②より求めた。

$$C_r = (L_c / L_0) \times 100 \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

これらの結果を表2に示す。

【0023】

【表2】

9

10

	熱抵抗(°C/W)			割れ率(%)		
	0サイクル	10サイクル	50サイクル	0サイクル	10サイクル	50サイクル
実施例 1	6.3	6.4	6.6	0	3	27
実施例 2	6.2	6.5	6.5	0	4	26
実施例 3	6.2	6.4	6.6	0	0	27
実施例 4	6.3	6.5	6.6	0	0	0
実施例 5	7.0	7.1	7.1	0	4	25
実施例 6	6.9	7.0	7.2	0	3	31
実施例 7	6.9	7.0	7.1	0	0	24
実施例 8	6.8	6.9	7.0	0	0	0
実施例 9	6.4	6.4	6.4	0	0	0
実施例 10	5.8	5.9	6.1	0	5	23
実施例 11	5.8	6.0	6.1	0	6	25
実施例 12	5.8	5.9	6.0	0	0	30
実施例 13	5.9	6.0	6.2	0	0	0
実施例 14	5.8	6.0	6.1	0	7	23
実施例 15	5.9	5.9	6.0	0	5	22
実施例 16	6.3	6.2	6.5	0	0	5
実施例 17	6.2	6.3	6.6	0	0	0
実施例 18	5.9	5.9	5.9	0	0	0
比較例 1	5.6	7.3	15~	0	52	100
比較例 2	5.6	7.3	15~	0	54	100

【0024】表2から明らかなように、割れ率は実施例の方が従来例より著しく低くなっていることが判った。また熱抵抗は温度サイクル10回以上では実施例の方が比較例より良くなっていることが判った。なお、上記実施例ではセラミック基板に金属粉含有スラリーを塗布し、金属含有スラリーを発泡焼結することにより回路基板をセラミック基板に接着したが、スラリーを予め可塑性多孔質金属に発泡焼結した後、ろう材により回路基板とセラミック基板に接着してもよい。

#### 【0025】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、セラミック基板に可塑性多孔質金属層を介してセラミック基板と異なる熱膨張係数を有する回路基板を積層接着したので、可塑性多孔質金属層が熱変形を吸収してセラミック基板の反りや割れを防止できる。また、可塑性多孔質金属層が熱変形を吸収する結果セラミック基板を薄くすることが可能になり、パワーモジュール用基板を小型化

\*にでき、比較的軽くかつ放熱特性を向上させることができ  
20 きる。更に、可塑性多孔質金属層が気孔率20~50%のCu、Al又はAgの多孔質焼結体であり、この可塑性多孔質金属層にシリコーングリース、シリコーンオイル又はエポキシ樹脂を充填すれば、回路基板からセラミック基板への放熱特性を損うことがない。

#### 【図面の簡単な説明】

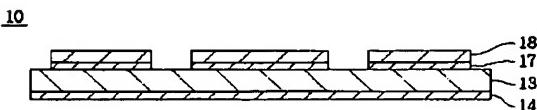
【図1】本発明実施例1のパワーモジュール用基板の断面図。

【図2】本発明の実施例5を示す図1に対応する断面図。

#### 【符号の説明】

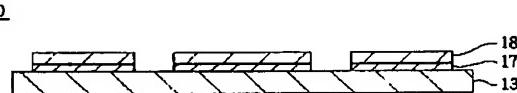
- 10, 40 パワーモジュール用基板
- 13 セラミック基板
- 14 金属薄板
- 17 可塑性多孔質金属層
- 18 回路基板

【図1】



- 10 パワーモジュール用基板
- 13 セラミック基板
- 14 金属薄板
- 17 可塑性多孔質金属層
- 18 回路基板

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 初鹿 昌文  
埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社総合研究所内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**